



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, 11000 Београд, Србија

Тел. 011/324-8464, Факс: 011/324-8681

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 09.06.2020. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Милице Баце под насловом „Детекција тумора мозга у сликама магнетне резонанце коришћењем конволуционих неуралних мрежа“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Милица Баца је рођена 24.10.1996. године у Београду. Прву београдску гимназију, смер Природно-математички, завршила је са одличним успехом. Електротехнички факултет уписала је 2015. године. Дипломирала је на одсеку Физичка електроника, модул Биомедицинско и еколошко инжењерство, са просеком 8,48. Дипломски рад одбранила је у јулу 2019. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за биомедицинско и еколошко инжењерство, уписала је у октобру 2019. године. Положила је све испите са просечном оценом 10.

2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 60 страна, са укупно 22 слике, 8 табела и 78 референци. Рад садржи резиме рада, увод, 5 поглавља и закључак (укупно 7 поглавља), списак коришћене литературе, списак скраћеница, списак слика и списак табела.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Истакнут је значај неинвазивних метода у дијагностици тумора мозга, тј. у сегментацији и класификацији тумора на сликама, као и значај једноставних дијагностичких система.

У другом поглављу је дат теоријски основ о магнетној резонантној томографији (MRI), шта она представља, као и принцип рада. Такође, дат је преглед класа тумора који се могу јавити на мозгу са описом њихових варијација.

У трећем поглављу је извршен теоријски преглед архитектура конволуционих неуралних мрежа (CNN), као и метрике за евалуацију перформанси мрежа, неопходних за даље разумевање рада.

Четврто поглавље представља преглед постојећих истраживачких студија у области детекције тумора на мозгу са MRI слика применом напредних техника обраде слике и машинског учења.

Централни део мастер рада је приказан у оквиру петог поглавља где су описане CNN архитектуре које су развијене за сегментацију и класификацију тумора на MRI сликама. Представљена је база слика на основу које су мреже развијене, као и начин на који је база слика претпроцесирана и проширена. Поред приказа развијених архитектура, у овом поглављу је описан и начин на који су тестиране перформансе развијених модела неуралних мрежа. Процена перформанси је тестирана помоћу четири приступа, комбинацијом две методе десетоструке унакрсне валидације и две базе слика. Способност генерализације мреже која је од великог значаја за клиничку употребу је тестирана помоћу методе унакрсне валидације са поделом по субјектима.

У шестом поглављу су приказани резултати сегментације слика коришћењем хистограма, односно коришћењем конфузионих матрица за класификације различитих

типова тумора. Метрика за евалуацију сегментације је вршена прерачунавањем параметара за сваку слику понаособ, па су резултати визуелизовани применом хистограма који омогућава приказ расподеле добијених резултата. Сви прорачунати параметри за класификацију су приказани табеларно. У овом поглављу је урађено и детаљно поређење предложених архитектура са већ постојећим методама које су засноване на истој бази слика.

Седмо поглавље је закључак у оквиру ког је сумирано све што је приказано у мастер раду, описан је значај развијених архитектура и дате су могућности за даља унапређења.

3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Милице Баце бави се развојем нових архитектура конволуционих неуралних мрежа за семантичку сегментацију и класификацију тумора мозга применом слика магнетне резонанце. За случај сегментације тумора на сликама, развијен је нови CNN модел који се састоји из 38 слојева и садржи 0.5 милиона параметара. Додатно је развијен модел који омогућава класификацију различитих типова тумора на основу целих слика и састоји се од 22 слоја и 1.15 милиона параметара.

Развијени алгоритми машинског учења валидирани су на примеру базе слика која садржи 3064 слике са приказом три различита типа тумора (менингиом, глиом, тумор хипофизе), снимани у три различите равни (сагитална, аксијална, трансверзална). Додатно, како би се обезбедио већи број слика за тренирање и тестирање перформанси модела, почетна база је увећана три пута применом различитих техника за умножавање слика, па је проширена база садржала 9192 слике. Ефикасност развијених модела је валидирана применом обе базе (оригиналне и проширене), као и применом различитих техника унакрсне валидације. Резултати су поређени са другим студијама приказаним у литератури и показано је да развијена методологија надмашује постојеће резултате, са средњом тачношћу од 99.17% за случај сегментације тумора са MRI слика, односно са тачношћу од 96.56% за случај класификације различитих типова тумора применом MRI слика. Додатно, представљени модели су једноставнији од архитектура приказаних у литератури и имају велики потенцијал за примену у свакодневној клиничкој пракси.

Основни доприноси рада су: 1) развој нових модела конволуционалних неуралних мрежа за сегментацију и класификацију тумора мозга са слика магнетне резонанце; 2) валидација развијених модела коришћењем највеће јавно доступне базе MRI слика; 3) сегментација и класификација тумора са слика су извршени са тачношћу која надмашује резултате приказане у литератури; 4) развијена методологија има потенцијал за имплементацију у свакодневној клиничкој пракси као једноставан алат за подршку дијагностичком одлучивању.

Део резултата мастер рада везан за класификацију различитих типова тумора са MRI слика приказан је у раду у часопису са SCI листе категорије M22:

M.M. Badža and M.Š. Barjaktarović. Classification of Brain Tumors from MRI Images Using a Convolutional Neural Network, Applied Sciences, 2020, 10, 1999. <https://doi.org/10.3390/app10061999>

4. Закључак и предлог

Кандидат Милица Баца је у свом мастер раду успешно предложила и представила нове архитектуре конволуционих неуралних мрежа за сегментацију и класификацију тумора на мозгу са слика магнетне резонантне томографије. Предложене архитектуре постижу боље резултате од већ постојећих у овој области и могле би да се користе као прецизан и једноставан систем за подршку радиолозима у дијагностичком одлучивању.


Кандидат је исказао самосталност и систематичност у својем поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

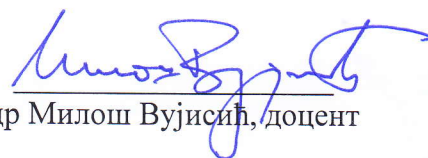
На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад „Детекција тумора мозга у сликама магнетне резонанце коришћењем конволуционих неуралних мрежа“ дипл. инж. Милице Баце прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 19. 06. 2020. године

Чланови комисије:


др Марко Барјактаровић, доцент


др Милица Јанковић, доцент


др Милош Вујисић, доцент